

PEMANFATAAN DATA EQUATORIAL ATMOSPHERE RADAR (EAR)
DALAM MENGAJI TERJADINYA MONSUN
DI KAWASAN BARAT INDONESIA

*(The Valuable of Equatorial Atmosphere Radar (EAR) Data
to study Monsoon in the West Area Indonesia)*

Veza Azteria¹, Sobri Effendy² dan Eddy Hermawan³

1. Alumnus Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA-IPB
2. Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA-IPB
3. Peneliti Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional, Bandung
E-mail: veza.azteria@yahoo.com

ABSTRACT

Kototabang, Padang Panjang and Sicincin city are area in the West part of Indonesia and they are relative in the equator line. Otherwise, three of these cities have difference of behaviors of rainfall for Monsoon. In this study, we were used EAR Data, which were including the rainfall Kototabang, Padangpanjang, and Sicincin. Base on this data (i.e EAR data) in Kototabang, there is monsoon in 8-18 km layer and the higher monsoon is in 14 km layer during the April 2002-April 2006 period. Analisis Power Spectral Density (PSD) and Transformasi wavelet were shown that Monsoon oscillation around 12 months. While vertical profile was presented that the stronger monsoon will be in the wet weather on January. The domination of wind in Kototabang city is South Wind, it is because the wind took water vapor mass from South to North. According to analysis of rainfall in Kototabang, Padangpanjang and Sicincin City, meridional wind in the the Sicincin has rainfall pattern the same as with monsoon. Its was indicated that there were local indicator which can cause the monsoon. From the cross correlation between meridional wind speed with rainfall in Kototabang, Pontianak and Sicincin, they were shown that three of these cities have significant correlation.

Keywords: cross correlation, equator, EAR, monsoon, power spectral density

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu kawasan yang terletak di daerah ekuator yang memiliki karakteristik atmosfer yang berbeda-beda yang dikenal dengan Benua Maritim Indonesia (BMI). Indonesia diapit oleh dua benua besar (Asia dan Australia) dan dua

samudra besar (Hindia dan Pasifik) dengan distribusi antara lautan dan daratan yang tidak merata (Sipayung SB, 1995). Sehingga menarik apabila dilakukan kajian terhadap dinamika atmosfer kawasan Indonesia Bagian Barat. Akibat posisi tersebut, maka kondisi meteorologi permukaan Indonesia dipengaruhi oleh adanya iklim Monsun atau *Monsoon climate*.

Pemahaman tentang karakteristik dan mekanisme proses-proses fisis atmosfer, khususnya yang ada di kawasan Indonesia hingga saat ini belum sepenuhnya diketahui oleh orang. Hal ini disebabkan oleh minimnya data dan peralatan yang digunakan, terutama data profil angin meridional (Utara-Selatan) sebagai parameter utama ketika kita membahas fenomena Monsun.

Salah satu fenomena global yang mempengaruhi cuaca dan iklim di Indonesia adalah fenomena Monsun, salah satu fenomena atmosfer di daerah ekuator dengan osilasi atau embutan dominan antara 6-12 bulan (Khrisnamurti, 1976). Angin Monsun dicirikan dengan perubahan arah angin akibat perubahan musim. Pada musim dingin permukaan tanah (benua) mengalami pendinginan lebih cepat daripada permukaan air (lautan). Perbedaan laju pendinginan ini menyebabkan timbulnya sistem tekanan tinggi di atas daratan dan sistem tekanan rendah di atas permukaan laut (June T, dalam Handoko 1995)

Pengkajian terhadap karakteristik iklim khususnya di daerah ekuator belum sepenuhnya diketahui. Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin merupakan daerah yang berada di sekitar ekuator, walaupun ketiga daerah tersebut berada di di ekuator namun memiliki perilaku curah hujan yang berbeda-beda.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan pemahaman tentang karakteristik, mekanisme proses-proses fisis atmosfer, khususnya masalah Monsun yang merupakan osilasi dominan yang terjadi di Indonesia
2. Mengkaji pola curah hujan di kawasan barat Indonesia guna mengidentifikasi fenomena pola osilasi Monsun.
3. Mengkaji keterkaitan antara Monsun dengan anomali curah hujan yang terjadi di kawasan barat Indonesia.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Bidang Pemodelan Iklim Lembaga Penerbangan dan Antariksa (LAPAN) Bandung dan Laboratorium Meteorologi dan Kualitas Udara Departemen Geofisika Klimatologi dan Meteorologi selama bulan Maret 2009-Juni 2009

Alat dan Data yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laptop dengan software Microsoft Office, Matlab R2006a, SPSS 16.0

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Data EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) berupa data angin meridional periode April 2002-April 2006. Data EAR dapat diperoleh dari website <http://rslab.riko.shimane-u.ac.jp/CPEA.campaign/> karakteristik data yang digunakan berbentuk ASCII dengan format csv. Data EAR selengkapnya diperoleh dari LAPAN-Bandung.
2. Data curah hujan bulanan daerah Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin periode April 2002-April 2006.

Metode Penelitian

Analisis tugas akhir dilakukan dengan 2 tahap diantaranya:

Analisis Pola Osilasi Monsun

Analisis osilasi Monsun ini dilakukan dengan mengolah data EAR dan Curah Hujan periode April 2002-April 2006. Pengolahan data ini dilakukan untuk mengetahui periode osilasi Monsun di daerah kawasan barat Indonesia, pengolahan data dibantu dengan software Matlab versi R2006a. Kemudian hasil data tersebut dibandingkan dengan data curah hujan bulanan daerah Kototabang (0.23° LS; 100.32° BT; 865 mdpl) , Padangpanjang (0.5° LS; 100.41° BT; 700 mdpl) dan Sicincin (0.6° LS; 100.22° BT; 500 mdpl) (Suryantoro *et al*, 2009) pada periode April 2002-April 2006 yang diolah dengan menggunakan bantuan software matlab versi R2006a, SPSS versi 16.0, dan Microsoft Excel.

Pengolahan data EAR untuk kawasan Kototabang merupakan data kecepatan angin meridional bulanan dengan resolusi waktu 10 menit dan resolusi ketinggian 0.1 km atau 100m. data ini dirata-ratakan sehingga menjadi kecepatan angin meridional rata-rata bulanan.

Berdasarkan data kecepatan angin meridional rata-rata bulanan kemudian dibuat kontur plot dan profil vertikal angin meridional dengan menggunakan software Matlab versi R2006a, sehingga dapat diketahui puncak ketinggian terjadinya Monsun dan reversal (pembelokan arah angin). Nilai osilasi dominan kecepatan angin dapat diketahui dengan analisis Power Spektral Density (PSD) yang dianalisis dengan menggunakan analisis *Fast Fourier Transform* (FFT) dan Transformasi Wavelet.

Pengolahan data curah hujan daerah Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin juga dilakukan dengan analisis Power Spektral Density (PSD) dilakukan untuk mengetahui daerah mana yang memiliki osilasi dominan yang polanya sama dengan pola Monsun.

Selanjutnya adalah pengolahan data curah hujan dengan menggunakan Microsoft Excel periode April 2002-April 2006 dilakukan untuk melihat terhadap ketiga daerah tersebut yang memiliki pola yang sama dengan pola Monsun.

Analisis Statistika

Analisis statistika ini diolah dengan menggunakan teknik korelasi silang. Analisis dilakukan untuk membuktikan hubungan kecepatan angin meridional dan curah hujan. Software yang digunakan dalam pengolahan data ini adalah SPSS versi 16.0 for windows. Kecepatan angin yang dianalisis adalah kecepatan angin meridional pada ketinggian 14.1 km dengan curah hujan bulanan daerah Kototabang (0.23° LS; 100.32° BT; 865 mdpl), Padangpanjang (0.5° LS; 100.41° BT; 700 mdpl), dan Sicincin (0.6° LS; 100.22° BT; 500 mdpl) periode April 2002-April 2006. Korelasi silang dapat dihitung (Makridakis *et al*, 1998):

$$Sx^2 = C_{xx}(0) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (\chi_t - \bar{x})^2$$

Merupakan variansi silang peubah X

$$Sy^2 = C_{yy}(0) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (y_t - \bar{y})^2$$

Merupakan variansi silang peubah Y

$$C_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (\chi_t - \bar{x})^2 (y_t - \bar{y})^2$$

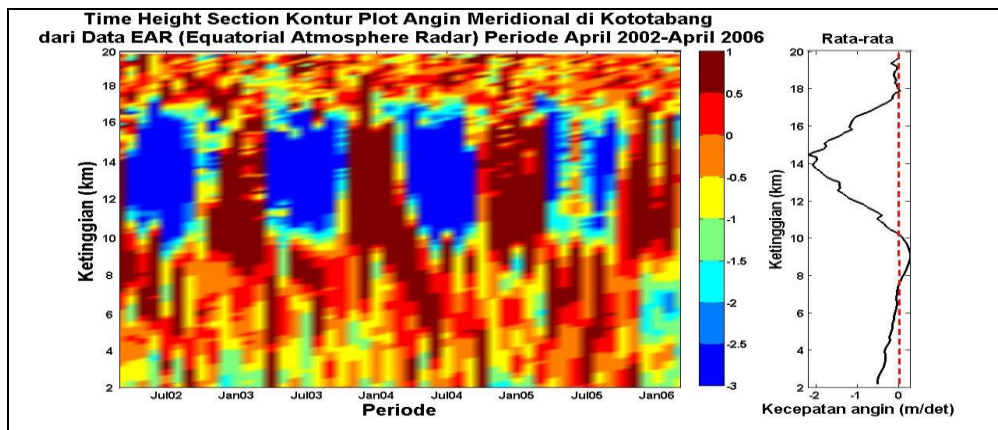
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Osilasi Monsun

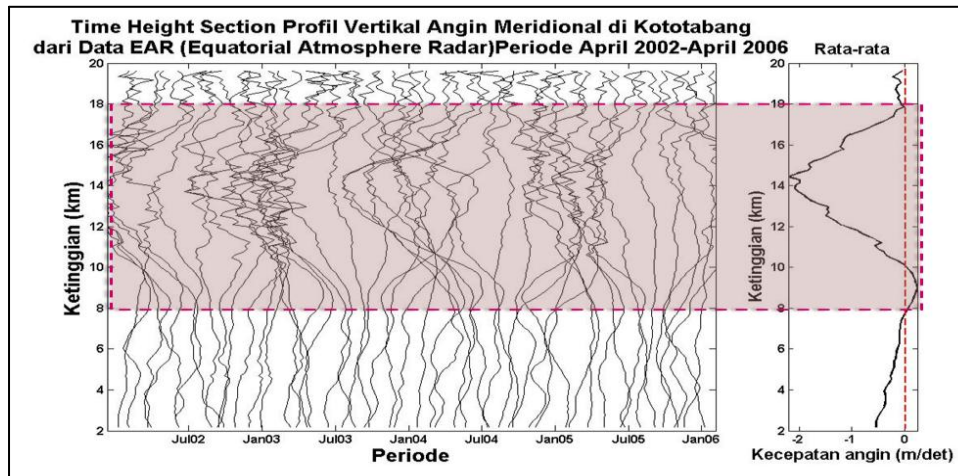
Monsun merupakan angin yang memiliki osilasi 6-12 bulanan yang bertiup sepanjang tahun dan berganti arah dua kali dalam setahun, monsun memiliki ciri adanya perbedaan yang tegas antara musim basah (*wet season*) dan musim kering (*dry season*) yang pada umumnya terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari (DJF) dan Juni, Juli, dan Agustus (JJA).

Berdasarkan data angin meridional yang dilakukan dengan menggunakan data EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) periode April 2002-April 2006 dapat terlihat dengan jelas perbedaan yang signifikan antara musim basah dan musim kering. Selain itu juga menunjukkan di Kototabang terlihat adanya propagasi atau penjalaran arah dan kecepatan angin meridional (Gambar 1). Propagasi atau pola pengulangan angin meridional tersebut menunjukkan adanya Monsun. Osilasi Monsun terjadi pada ketinggian 8-18 km dengan puncak ketinggian maksimum terjadi pada ketinggian 14.1 km (Gambar 1).

Warna merah (Gambar 1) menunjukkan bahwa pada bulan tersebut bulan basah, sedangkan warna biru menunjukkan bahwa pada bulan tersebut bulan kering.



Gambar 1 *Time Height Section* Kontur Plot Angin Meridional di Kototabang Periode April 2002-April 2006



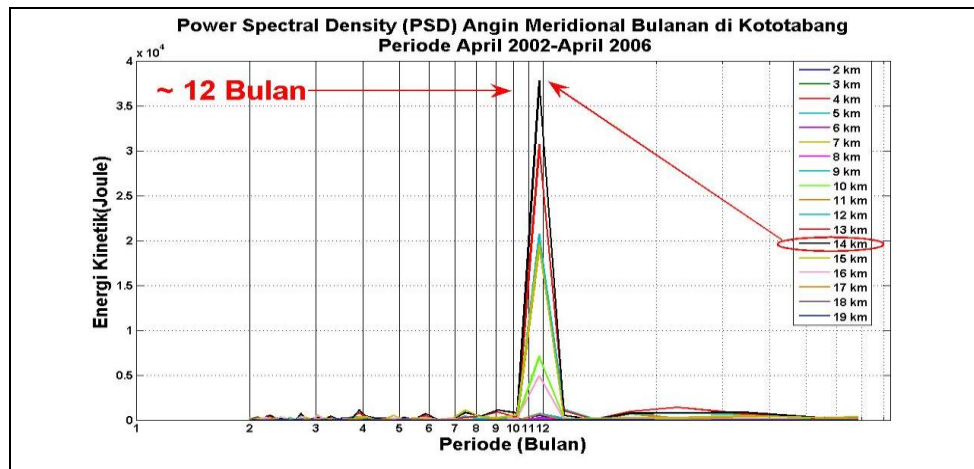
Gambar 2 Time Height Section Profil Vertikal Angin Meridional di Kototabang Periode April 2002-April 2006

Fenomena baru yang diungkap bahwa ternyata monsun dengan menggunakan data radar kuat di lapisan troposfer yaitu pada ketinggian 14.1 km. Sedangkan pada ketinggian 2-7 km atau pada lapisan permukaan tidak terdapat tanda-tanda adanya osilasi Monsun (Gambar 1 dan Gambar 2). Angin meridional (utara-selatan) membawa massa uap air dari utara ke selatan. Angin reversal atau pembelokan angin di Kototabang terjadi pada ketinggian 8 km dan 10.1 km (Gambar 2).

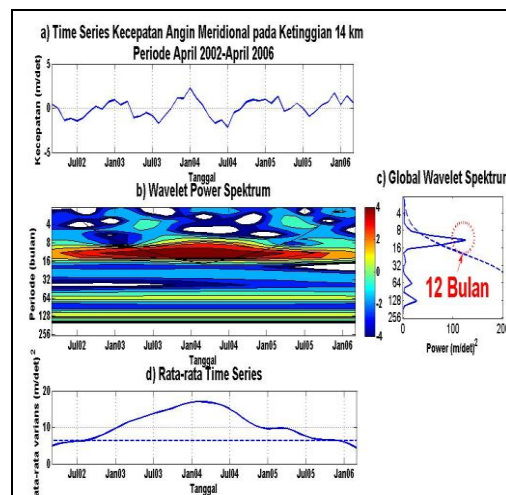
Berdasarkan hasil analisis terlihat bahwa Monsun terjadi pada bulan basah dengan puncak tertingginya terjadi yaitu pada bulan Januari (lihat Gambar 2) Analisis Monsun dengan angin meridional (utara-selatan) diperoleh osilasi sekitar 12 bulanan dan puncak maksimum terjadi pada ketinggian 14.1 km (Gambar 3). Osilasi ini dapat diketahui dengan menggunakan analisis *Fast Fourier Transform* (FFT) yaitu dengan analisis *Power Spectral Density* (PSD) dan analisis Wavelet.

Analisis yang sama dengan menggunakan teknik wavelet menunjukkan periodisitas dari data angin meridional (utara-selatan) pada ketinggian 14.1 km adalah terjadi sekitar 12 bulanan (Gambar 3). Berdasarkan analisis wavelet power spektrum menunjukkan puncak angin terjadi sekitar bulan Januari 2004.

Selain itu, berdasarkan global wavelet spektrum menunjukkan periode puncak Monsun tertinggi yaitu sekitar 12 bulanan (Gambar 4).



Gambar 3 *Power aspectral Density* Kecepatan Angin Meridional pada Ketinggian 14.1 km di Kototabang Periode April 2002-April 2006

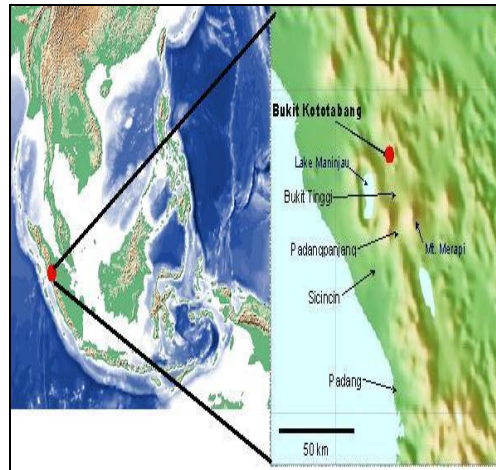


Gambar 4 Wavelet kecepatan Angin Meridional pada Ketinggian 14.1 km Periode April 2002-April 2006

Secara umum curah hujan di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh beberapa fenomena diantaranya adalah fenomena Monsun (Visa, 2009). Kototabang (0.2° LS; 100.32° BT), Padangpanjang (0.5° LS; 100.41° BT) dan Sicincin (0.6° LS; 100.22° BT), merupakan kota-kota yang terletak di daerah ekuator, pada (Gambar 5).

Distribusi curah hujan bulanan periode April 2002-April 2006 pada (Gambar 16) dapat dilihat adanya perbedaan yang signifikan antara curah hujan Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin.

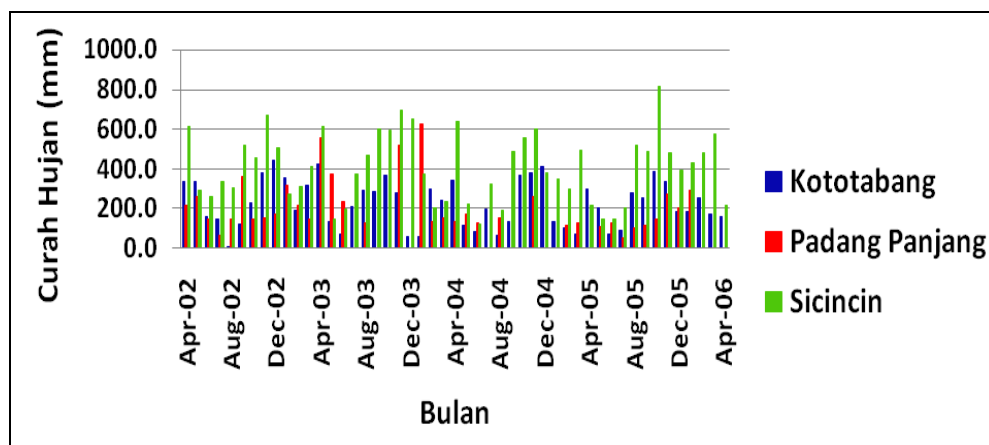
Curah hujan maksimum dimiliki oleh daerah Sicincin sebesar 819 mm, Padangpanjang 627 mm, dan Kototabang 409.6 mm.



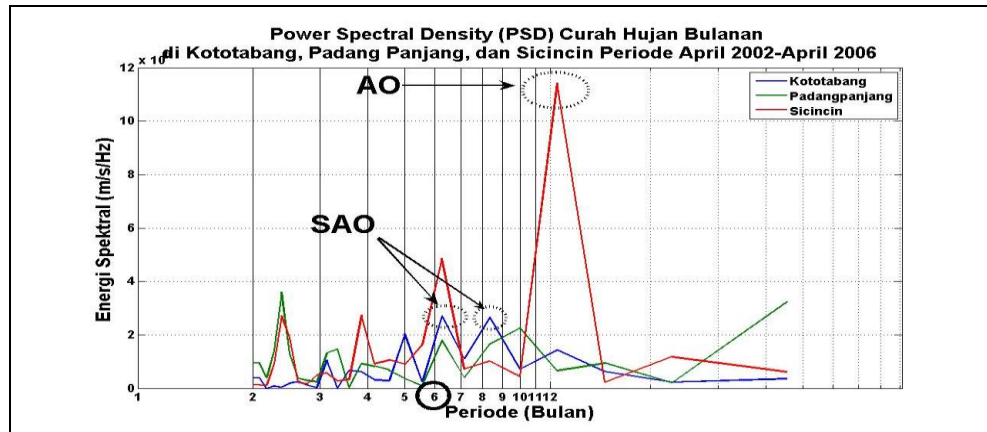
Gambar 5 Posisi Daerah Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin
http://gaw.kishou.go.jp/qasac/bkt_map.jpg

Daerah ekuator, umumnya memiliki pola curah hujan *equatorial* atau *Semi Annual Oscillation* (SAO). Ciri khas pola curah hujan *equatorial* adalah memiliki dua puncak musim hujan. Berdasarkan data curah hujan periode April 2002-April 2006 (Gambar 6). Padangpanjang dan Kototabang memiliki pola curah hujan *equatorial*. Puncak musim hujan di Padangpanjang terjadi pada bulan April 2003 dan Januari 2004 sedangkan daerah Kototabang puncak hujannya terjadi pada bulan Desember 2002 dan Desember 2004 (Gambar 6).

Berbeda dengan daerah Sicincin yang memiliki pola curah hujan *Monsoonal*. Puncak musim hujan daerah Sicincin terjadi pada bulan Oktober 2005.



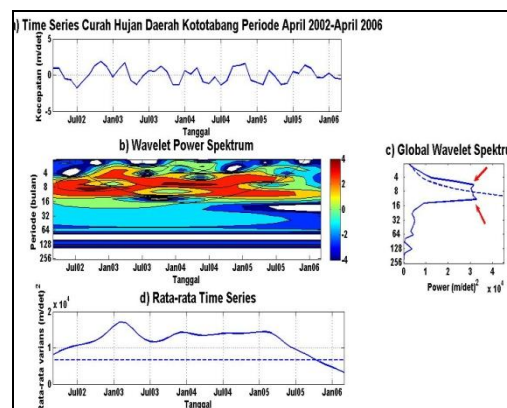
Gambar 6 Distribusi Curah Hujan Kototabang, Padangpanjang dan Sicincin periode April 2002-April 2006



Gambar 7 Power Spectral Density Curah Hujan Daerah Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin Periode April 2002-April 2006

Berdasarkan analisis dengan menggunakan teknik wavelet Kototabang memiliki dua puncak curah hujan dapat dilihat pada Gambar 8. Dalam tipe hujan *equatorial* bentuk distribusi bulanan curah hujan menunjukkan maksima ganda (*double maxima*). Dalam tipe hujan ekuatorial bentuk distribusi bulanan curah hujan menyerupai huruf “M”.

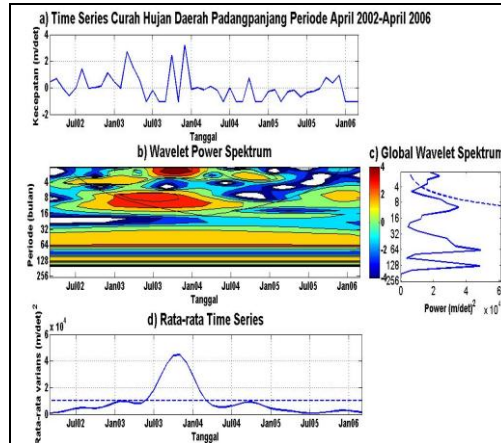
Dengan periode dan teknik wavelet yang dianalisis curah hujan daerah Padangpanjang periode April 2002-April 2006 diperoleh hasil yang sama bahwa pada daerah ini memiliki dua puncak curah hujan dapat dilihat pada Gambar 7 yaitu pada bulan April 2003 dan Januari 2004 (lihat Gambar 6).



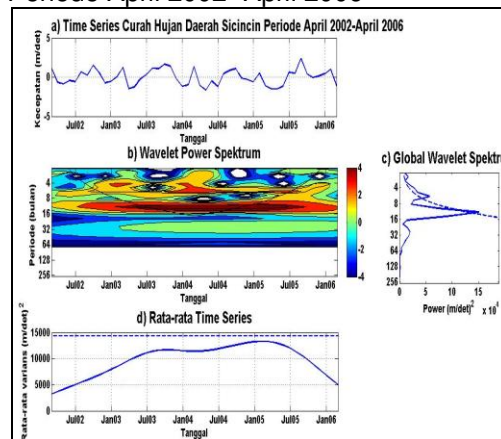
Gambar 8 Wavelet Curah Hujan Daerah Kototabang Periode April 2002- April 2006

Puncak musim hujan daerah Sicincin terjadi pada bulan Oktober 2005 (Gambar 6) sehingga diduga bulan kering terjadi pada bulan April. Hasil analisis *Power Spectral Density* (PSD) curah hujan Sicincin dipertegas dengan adanya analisis wavelet, dengan teknik ini periode deret waktu khususnya dalam mengamati evolusi waktu yang

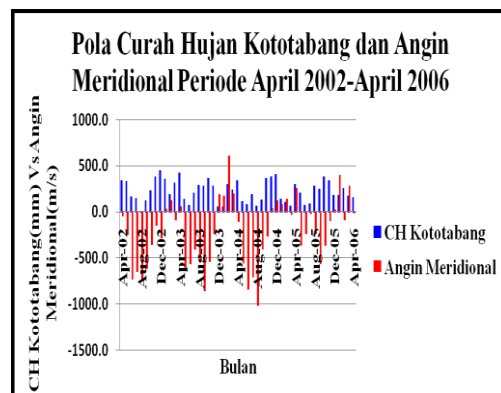
tersebut sehingga dapat dilihat puncaknya, khususnya dalam mengamati periode, amplitudo, dan fase dari satu parameter (Gambar 10) yang menghasilkan satu puncak curah hujan.



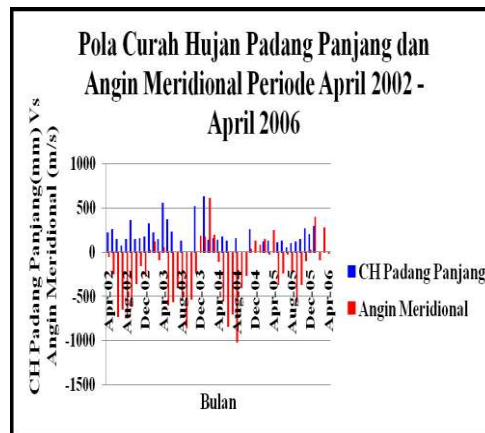
Gambar 9 Wavelet Curah Hujan Daerah Padangpanjang Periode April 2002- April 2006



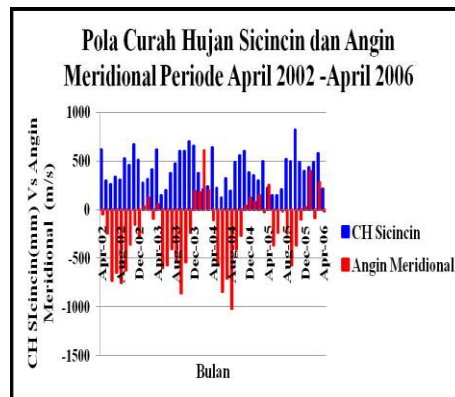
Gambar 10 Wavelet Curah Hujan Daerah Sicincin Periode April 2002 – April 2006



Gambar 11 Pola Curah Hujan di Kototabang dan Angin Meridional Periode April 2002-April 2006



Gambar 12 Pola Curah Hujan Padangpanjang dan Angin Meridional Periode April 2002- April 2006



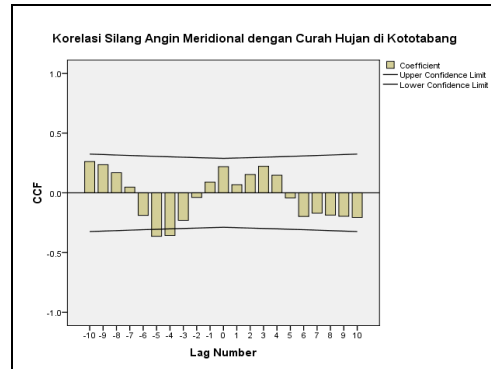
Gambar 13 Pola Curah Hujan Sicincin dan Angin Meridional Periode April 2002-April 2006

Analisis yang sama dilakukan yaitu untuk menemukan pola Monsun terhadap daerah Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin pada Periode April 2002-April 2006. Diperoleh bahwa daerah Sicincin memiliki pola yang sama dengan Monsun yaitu osilasi 12 bulanan.

Analisis Statistika

Data-data yang digunakan pada analisis ini adalah data angin pada ketinggian 14.1 km dan data curah hujan bulanan pada 3 titik dari kawasan barat Indonesia yaitu daerah Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin dengan periode April 2002-April 2006. Jumlah data (n) yang digunakan yaitu sebanyak 49 titik.

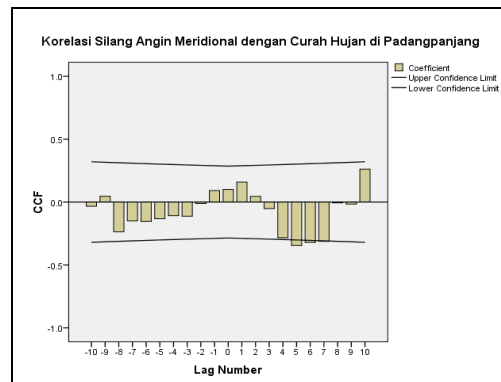
a. Angin Meridional dan Curah Hujan Di Kototabang



Gambar 14 Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Kototabang Periode April 2002-April 2006

Ada nilai korelasi silang antara Kecepatan angin meridional pada ketinggian 14.1 km dengan curah hujan di Kototabang, yaitu pada *lag number* (selang waktu) -4 sampai -6 (Gambar 14). Dengan nilai korelasi silang sebesar -0.357 ada pada lag number -4.

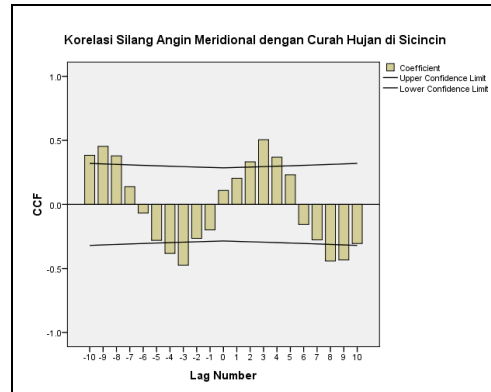
b. Angin Meridional dan Curah Hujan Di Padangpanjang



Gambar 15 Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Padangpanjang Periode April 2002-April 2006

Hubungan kecepatan angin meridional dengan curah hujan di Padangpanjang mengindikasikan signifikan atau adanya korelasi silang dengan selang waktu atau *lag number* 5 sampai 7 dengan nilai korelasinya yaitu -0.345.

c. Angin Meridional dan Curah Hujan di Sicincin



Gambar 24 Grafik Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Sicincin Periode April 2002-April 2006

Sama halnya dengan curah hujan di Kototabang dan Padangpanjang, di Sicincin juga memiliki korelasi antara curah hujan dengan angin meridional dengan nilai koefisien korelasi tertinggi yaitu 0.505 yang terdapat pada *lag number* 3.

Hal ini mengindikasikan bahwa angin yang mendominasi adalah angin dari utara.

Berdasarkan hasil perbandingan dari ketiga kawasan tersebut, Sicincin memiliki korelasi terbesar yaitu 0.505.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) dengan periode April 2002- April 2006 diketahui adanya Monsun *signal* yang beresilasi sekitar 12 bulanan pada ketinggian 8-18 km dengan puncak Monsun terkuat yaitu pada ketinggian 14.1km. Pada daerah Kototabang angin reversal terjadi pada ketinggian 8km dan 10.1 km dan angin yang dominan adalah angin selatan.

Berdasarkan pola curah hujan di Kototabang, Padangpanjang dan Sicincin. Maka dari ketiga wilayah tersebut Sicincin memiliki pola yang sama dengan pola Monsun yaitu beresilasi sekitar 12 bulanan.

Hasil analisis korelasi silang antara curah hujan dengan angin meridional diperoleh korelasi terbesar yaitu pada daerah Sicincin dengan koefisien korelasi maksimum sebesar 0.505 terdapat pada *lag number* 3.

DAFTAR PUSTAKA

- Gadgil S *et al.* 2007. Monsoon variability: Links to major oscillations over the equatorial Pacific and Indian oceans *Current Science*. 93: 182-194
- Hermawan, E. 2002. Perbandingan Antara Radar Atmosfer Khatulistiwa dengan Middle and Upper Atmosphere radar dalam Pemantauan Angin Zonal dan Meridional. *Warta LAPAN* 4, No 1: 8-16
- June, T. 1995. Angin. Di dalam: Handoko, editor. *Klimatologi Dasar*. Bogor: FMIPA IPB.
- Makridis, S. *et al.* 1998. Forecasting: Methode and Application. Second Edition. Di dalam: Hari Sumanto, editor. *Metode dan Aplikasi Pemodelan*. John Willey and Sons, Inc.
- Khrisnamurti NT, Bhalme NH. 1976. Oscillations of Monsoon System. *Observational Aspect* 33:1937-1953
- Wang B, Fan Z. 1998. Choice of South Asian Summer Monsoon Indices. *Bulletin of the American Meteorological Society* 80: 629-638.

